

(11) Japanese Patent Application

Laid-open (KOKAI) No. 6-309047

(43) Laid-opened Date: November 4, 1994

(54) Title of the invention:

SOLAR BATTERY POWER SUPPLY

(21) Application Number: 5-94623

(22) Filing Date: April 21, 1993

(71) Applicant: Sanyo Denki Kabushiki Kaisha

(72) Inventor: Yuji Fukuda

(72) Inventor: Katsuharu Suzuki

(72) Inventor: Ryuzo Hagiwara

[Title of the Invention] SOLAR BATTERY POWER
 SUPPLY

[Abstract]

[Object] This invention relates to a solar battery power supply which converts a DC power output from a solar battery into an AC power and outputs it. An object of this invention is to simplify the control circuit and realize cost reduction and high reliability of the apparatus.

[Structure] A solar battery power supply (1) includes a solar battery (PV), a converter (11) which converts the output from the solar battery into a DC power with a different voltage, and an inverter (12) which converts the DC power output from the converter (11) into an AC power. The switching circuit (21) of the converter is controlled by a pulse having a fixed duty ratio so that pulse width modulation control is executed for the switching circuit (31) of the inverter (12) to input a predetermined voltage to the inverter (12).

[What Is Claimed Is:]

[Claim 1] A solar battery power supply including a solar battery, a DC/DC converter which converts an output from the solar battery into a DC power having a 5 different voltage, and an inverter which converts the DC power output from the DC/DC converter into an AC power, characterized in that

10 a switching element of the DC/DC converter is controlled by a pulse having a fixed duty ratio, and pulse width modulation control is executed for a switching element of the inverter to obtain a predetermined input voltage to the inverter.

[Claim 2] A solar battery power supply including a solar battery, a DC/DC converter which converts an 15 output from the solar battery into a DC power having a different voltage, and an inverter which converts the DC power output from the DC/DC converter into an AC power, characterized in that

20 a switching element of the DC/DC converter is controlled by a pulse having a fixed duty ratio, and pulse width modulation control is executed for a switching element of the inverter to execute maximum power tracking to maximize a magnitude of the power input from the DC/DC converter.

25 [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of Utilization]

The present invention relates to a solar battery power supply which converts a DC power output from a solar battery into an AC power and outputs it.

[0002]

5 [Prior Art]

Solar battery power supplies are used in a variety of systems such as illumination systems, solar air conditioning systems, and interconnection systems to power systems and greatly contribute to energy 10 saving for the systems. The generated power of a solar battery largely varies depending on the solar irradiance. Hence, in a solar battery power supply, control is performed to efficiently convert a power generated by a solar battery into an AC power while 15 minimizing the influence of solar irradiance as much as possible.

[0003]

Fig. 4 is a block diagram showing the arrangement of a conventional solar battery power supply 80. The 20 solar battery power supply 80 comprises a solar battery PV, a DC/DC converter 81 which boosts a DC voltage V1 (e.g., 100 V) output from the solar battery PV and outputs a DC power having a voltage V2 (e.g., 200 V), and an inverter 12 which converts the DC power output 25 from the DC/DC converter 81 into an AC power having a voltage V3 (e.g., 100 Vrms).

[0004]

The DC/DC converter 81 has a switching circuit 21 formed from a switching element such as a MOSFET or IGBT and a boosting transformer, and a PWM control circuit 92 which controls the switching circuit 21.

5 [0005]

In the DC/DC converter 81, to efficiently use the power generated by the solar battery PV as much as possible, constant input voltage control is executed by the PWM control circuit 92 so as to obtain a voltage 10 (100 V) close to the optimum operating point of the solar battery PV.

[0006]

More specifically, referring to Fig. 3 that shows an example of the output characteristic of the solar 15 battery PV, when the solar irradiance to the solar battery PV varies, the output characteristic of the solar battery PV changes as indicated by curves CV1 to CV3. In the curves CV1 to CV3, the points (optimum operating points) at which the output power is 20 maximized change as indicated by P1 to P3. In the DC/DC converter 81, maximum power tracking control is preferably executed to make the solar battery PV always operate at the optimum operating points P1 to P3 even when the solar irradiance varies. However, as can be 25 seen from Fig. 3, the changes in voltages (optimum operating voltages) at the optimum operating points P1 to P3 are small. For this reason, to simplify the

control circuit, constant input voltage control is so executed as to obtain a predetermined voltage (e.g., 100 V) near the center of the variation range of the optimum operating voltage.

5 [0007]

The inverter 12 has a switching circuit 31 formed from the same switching element as in the DC/DC converter 81, and a PWM control circuit 34 which controls the switching circuit 31. In the inverter 12, 10 control is executed to obtain predetermined input voltage V2 and output voltage V3 by changing the output current.

[0008]

The operation of the conventional solar battery power supply 80 will be described next. Assume that a solar irradiance at which the solar battery PV has the output characteristic indicated by the curve CV2 is obtained. Assume that the DC/DC converter 81 executes PWM control such that the input voltage V1 has a predetermined value (100 V), and accordingly, the solar battery PV operates at an operating point a. Assume that the DC/DC converter 81 has no load. On the basis of a duty ratio (Ton/T) determined by PWM control, the output voltage V2 is given by

25 [0009]

$$V2 = (Ns/Np) \times V1 \times (Ton/T) \quad \dots(1)$$

where Ns/Np is the turn ratio of the transformer.

Actually, however, the inverter 12 is connected as the load of the DC/DC converter 81. For this reason, pulse width control (PWM control) is executed by the inverter 12 such that the output voltage V2 has a predetermined value (200 V). To maintain the voltage V2, a current is supplied from the DC/DC converter 81 to the inverter 12. As described here, the term "PWM control" will sometimes be used to indicate pulse width control to maintain or change a voltage.

10 [0010]

Assume that in this state, the solar irradiance decreases, and the output characteristic of the solar battery PV changes from the curve CV2 to the curve CV3. If the DC/DC converter 81 executes no control, the 15 operating point of the solar battery PV moves from a to b. In fact, since constant input voltage control is executed, the operating point moves to b1 on the curve CV3. This is because the DC/DC converter 81 acts as an impedance converter.

20 [0011]

Accordingly, the pulse width is changed by constant input voltage control, and the output voltage V2 from the DC/DC converter 81 is also going to change. The DC/DC converter 81 executes PWM control not to 25 change the output voltage V2 of the DC/DC converter 81. The inverter 12 serves as a load when viewed from the DC/DC converter 81. However, when the inverter 12

executes PWM control, the impedance of the inverter 12 changes. When the impedance of the inverter 12 changes, the input voltage V1 to the DC/DC converter 81 changes. Hence, the DC/DC converter 81 executes PWM control, too. Accordingly, the output voltage V2 from the DC/DC converter 81 changes again, and the inverter also executes PWM control.

[0012]

When the series of operations are repeated, control of the DC/DC converter 81 and inverter 12 finally converges and stabilizes while maintaining the above-described predetermined voltage.

[0013]

When the solar irradiance increases, and the output characteristic of the solar battery PV changes from the curve CV2 to the curve CV1, PWM control is executed to set the operating point to c1 in the same way as described above.

[0014]

20 [Problem That the Invention Is to Solve]

As described above, in the prior art, PWM control is individually executed in each of the DC/DC converter 81 and inverter 12. They independently require the complex PWM control circuits 92 and 34. Accordingly, 25 the entire circuit becomes complex, and the number of components increases. This poses a problem in realizing cost reduction and high reliability of the

apparatus.

[0015]

The present invention has been made to solve the above problem, and has as its object to simplify the 5 control circuit and realize cost reduction and high reliability of the apparatus.

[0016]

[Means of Solving the Problem]

In order to solve the above-described problem, an 10 apparatus according to the invention of claim 1 is configured to provide a solar battery power supply including a solar battery, a DC/DC converter which converts an output from the solar battery into a DC power having a different voltage, and an inverter which 15 converts the DC power output from the DC/DC converter into an AC power, wherein a switching element of the DC/DC converter is controlled by a pulse having a fixed duty ratio, and pulse width modulation control is executed for a switching element of the inverter to 20 obtain a predetermined input voltage to the inverter.

[0017]

An apparatus according to the invention of claim 2 is configured such that a switching element of the DC/DC converter is controlled by a pulse having a fixed 25 duty ratio, and pulse width modulation control is executed for a switching element of the inverter to execute maximum power tracking to maximize a magnitude

of the power input from the DC/DC converter.

[0018]

[Operation of the Invention]

Since the switching element of the DC/DC

5 converter is controlled by the pulse having the fixed duty ratio, the ratio (boost ratio) of the input voltage to the output voltage of the DC/DC converter becomes constant.

[0019]

10 When constant input voltage control is performed in the inverter, the input voltage to the inverter, i.e., the output voltage from the DC/DC converter is maintained at a predetermined value. As a result, the input voltage to the DC/DC converter is maintained at a 15 predetermined value.

[0020]

When maximum power tracking control is performed in the inverter, control is performed such that the power input to the DC/DC converter is maximized. As a 20 result, control is performed such that the solar battery operates at the optimum operating point.

[0021]

[Embodiments]

Fig. 1 is a block diagram showing the arrangement 25 of a solar battery power supply 1 according to the present invention. The largest difference between the solar battery power supply 1 shown in Fig. 1 and the

solar battery power supply 80 shown in Fig. 4 is a control circuit 22 of a DC/DC converter 11. The same reference numerals as in Fig. 4 denote the same elements in Fig. 1, and a description thereof will be 5 omitted or simplified.

[0022]

The solar battery power supply 1 comprises a solar battery PV, the DC/DC converter 11 which boosts a DC voltage V1 output from the solar battery PV and 10 outputs a DC power having a voltage V2, and an inverter 12 which converts the DC power output from the DC/DC converter 11 into an AC power having a voltage V3.

[0023]

The DC/DC converter 11 has a switching circuit 21 and the control circuit 22 which controls the switching circuit 21. The control circuit 22 outputs a pulse signal S1 whose duty ratio Rd is fixed to a predetermined value to the switching circuit 21. Since the duty ratio Rd of the pulse signal S1 output from 20 the control circuit 22 has a predetermined value, the ratio (boost ratio) of the input voltage V1 to the output voltage V2 of the DC/DC converter 11 has a constant value, as is apparent from equation (1) described above. In the inverter 12, control is 25 executed to obtain the predetermined input voltage V2 and output voltage V3.

[0024]

Hence, the output voltage V_1 from the solar battery PV is boosted by the DC/DC converter 11 to the voltage V_2 at a boost ratio determined by the duty ratio R_d and input to the inverter 12. The inverter 12
5 is controlled such that the input voltage V_2 is maintained at a predetermined value. For this reason, the output voltage V_2 of the DC/DC converter 11 is maintained at a predetermined value. As a result, the input voltage V_1 to the DC/DC converter 11 is
10 maintained at a predetermined value. For this reason, the output voltage V_1 from the solar battery PV has a predetermined value. The solar battery PV always operates at a voltage close to the optimum operating point.
15 [0025]

As described above, the solar battery power supply 1 operates such that the output voltage of the solar battery PV is maintained at a predetermined value. As a consequence, the solar battery PV can
20 always be operated near the optimum operating point, and the generated power can effectively be used. In addition, the control circuit 22 only needs to output the pulse signal S_1 having the predetermined duty ratio R_d . Hence, the circuit arrangement is very simple, and
25 cost reduction and high reliability can be attained. The control circuit 22 need not respond to a change in solar irradiance or load at all. Since the entire

circuit is controlled by a PWM control circuit 32, control is centralized, and the control response increases.

[0026]

5 Fig. 2 is a circuit diagram showing the arrangement of a solar battery power supply 1a according to another embodiment of the present invention. The circuit is schematically illustrated. The solar battery power supply 1a is constituted by a
10 solar battery PV, a DC/DC converter 11a, and an inverter 12a.

[0027]

 The DC/DC converter 11a has a switching circuit 21a and control circuit 22a. The inverter 12a has a
15 switching circuit 31a and PWM control circuit 32a.

[0028]

 The switching circuit 21a is formed from two transistors Q1 and Q2, a capacitor C1, a transformer T1, diodes D1 and D2, a reactor L1 and a capacitor C2.
20 [0029]

 The control circuit 22a is constituted by an oscillator 51 which generates a pulse train having a predetermined duty ratio Rd, and a driver 52 which generates two pulse signals S1 to switch-drive the
25 transistors Q1 and Q2 on the basis of the pulse train from the oscillator 51.

[0030]

The switching circuit 31a is constituted by two voltage detection resistors R1 and R2, four transistors Q3 to Q6 that are bridge-connected, resistors R3 and R4, a reactor L2, and a capacitor C3. The PWM control 5 circuit 32a is formed from two voltage setting resistors R5 and R6, a differential amplifier 53, a multiplier 54, a bandpass filter 55, a high-pass filter 56, a comparator 57, a driver 58, and an isolating transformer 59.

10 [0031]

The transistors Q1 and Q2 are alternately turned on for a predetermined time in accordance with the pulse signals S1 from the driver 52. Accordingly, currents in reverse directions are supplied to the 15 primary side of the transformer T1 by the output of the solar battery PV. A voltage boosted in accordance with a turn ratio N_s/N_p of the transformer T1 is generated on the secondary side of the transformer T1. This voltage is rectified by the diodes D1 and D2 and 20 smoothed by the reactor L1 and capacitor C2.

[0032]

The DC voltage V2 generated across the capacitor C2 is converted into an AC voltage by switching the transistors Q3 to Q6 and output through a filter formed 25 from the reactor L2 and capacitor C3.

[0033]

At this time, the DC voltage V2 input to the

inverter 12a is detected by the resistors R1 and R2. The waveform of the AC voltage output from the inverter 12a is detected by the resistors R3 and R4 and isolating transformer 59. The detected input voltage 5 V2 is input to the differential amplifier 53 so that a voltage corresponding to the difference between the input voltage and a set voltage set by the resistors R5 and R6 is output from the differential amplifier 53. The difference voltage is multiplied by the detected AC 10 voltage waveform by the multiplier 54 and output therefrom as a current command value. The current command value passes through the high-pass filter 56 and is input to the comparator 57. The current command value is compared with a triangular wave and undergoes 15 pulse width modulation. The value is output from the driver 58 as pulse signals S2 to switching-drive the transistors Q3 to Q6.

[0034]

That is, the inverter 12a executes constant input 20 voltage control such that the difference between the input voltage V2 and the set voltage becomes zero. Such control operation of the inverter 12a is known.

[0035]

Assume that a solar irradiance at which the solar 25 battery PV has the output characteristic indicated by a curve CV2 in Fig. 3 is obtained. In the DC/DC converter 11a, since the duty ratio Rd of the pulse

signal S1 is constant, the ratio (boost ratio) of the input voltage V1 to the output voltage V2 is constant. Hence, the voltage V2 obtained by boosting the input voltage V1 in accordance with the boost ratio is

5 generated across the capacitor C2. The inverter 12a executes PWM control (constant input voltage control) such that the voltage V2 is maintained at a predetermined value. By PWM control, the impedance of the inverter 12a viewed from the DC/DC converter 11a

10 changes.

[0036]

Assume that in this state, the solar irradiance decreases, and the output characteristic of the solar battery PV changes from the curve CV2 to a curve CV3.

15 Since the duty ratio R_d in the DC/DC converter 11a is constant, the operating point is going to move from a to b. If it does, the output voltage V2 of the DC/DC converter 11a also decreases. To prevent it and maintain the output voltage V2 at a predetermined

20 value, the inverter 12a executes PWM control. By this PWM control, the impedance of the inverter 12a becomes high. Hence, the input voltage V1 of the DC/DC converter 11a, i.e., the operating point of the solar battery PV moves to not b but b1.

25 [0037]

That is, in the inverter 12a, constant input voltage control is executed. In the DC/DC converter

11a, control is executed at a predetermined boost ratio. As a result, control is executed such that the input voltage V1 to the DC/DC converter 11a becomes constant, and therefore, the operating voltage of the 5 solar battery PV becomes constant.

[0038]

As described above, the solar battery power supply 1a operates such that the output voltage V1 of the solar battery PV has a predetermined value. As a 10 result, the solar battery PV can always be operated near the optimum operating point, and the generated power can effectively be used. In addition, the control circuit 22a can have a simple circuit arrangement including the oscillator 51 and driver 52. 15 For this reason, the number of components decreases, and the cost reduction and high reliability can be attained.

[0039]

In the above-described embodiment, for example, 20 when the output voltage V3 from the inverter 12a is 200 Vrms, the input voltage V2 to the inverter 12a must be about 400 V. When the boost ratio of the DC/DC converter 11a is "2", the output voltage V1 of the solar battery PV only needs to be about 200 V.

25 [0040]

In the above-described embodiments, the inverter 12 or 12a executes constant input voltage control.

Instead, maximum power tracking control may be executed to maximize the magnitude of the power input from the DC/DC converter 11 or 11a. In this case, only by the maximum power tracking control of the inverter 12 or 5 12a, the operating point of the solar battery PV can always be maintained at the optimum operating point independently of the change in output characteristic of the solar battery PV due to the variation in solar irradiance.

10 [0041]

In the above-described embodiments, the circuit arrangements and the types of elements of the solar battery PV, DC/DC converters 11 and 11a, and inverters 12 and 12a can be changed without departing from the 15 spirit and scope of the present invention.

[0042]

[Effect of the Invention]

According to the present invention, the control circuit can be simplified, and cost reduction and high 20 reliability of the apparatus can be realized.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

Fig. 1 is a block diagram showing the arrangement of a solar battery power supply according to the present 25 invention.

[Fig. 2]

Fig. 2 is a circuit diagram showing the arrangement of

a solar battery power supply according to another embodiment of the present invention.

[Fig. 3]

Fig. 3 is a graph showing examples of the output
5 characteristic of a solar battery.

[Fig. 4]

Fig. 4 is a block diagram showing the arrangement of a conventional solar battery power supply.

[Description of the Reference Numerals]

10	1, 1a	solar battery power supply
	11, 11a	DC/DC converter
	12, 12a	inverter
21		switching circuit (switching element in the DC/DC converter)
15	31	switching circuit (switching element in the inverter)
	Q1, Q2	transistor (switching element in the DC/DC converter)
	Q3, Q4, Q5, Q6	transistor (switching element in the inverter)
20	PV	solar battery

FIG. 1

1: SOLAR BATTERY POWER SUPPLY
11: DC/DC CONVERTER
21: SWITCHING CIRCUIT
5 22: CONTROL CIRCUIT
12: INVERTER
31: SWITCHING CIRCUIT
32: PWM CONTROL CIRCUIT

10 FIG. 2

(1): AC OUTPUT
52, 58: DRIVER

FIG. 3

15 (1): OUTPUT CURRENT
(2): OUTPUT VOLTAGE

aにおいて昇圧比が一定となる制御が行われているので、結果的にDC/DCコンバータ11aの入力電圧V1が一定となるような制御が行われ、太陽電池PVの動作電圧が一定となる。

【0038】このように、太陽電池電源1aでは、太陽電池PVの出力電圧V1を一定とするように動作し、その結果、太陽電池PVを常に最適動作点の近辺で動作させてその発電電力を有効に利用することができる。しかも、制御回路22aは発振器51及びドライバ52による簡単な回路構成でいいから、部品点数が減少し、コストダウンと信頼性の向上を図ることができる。

【0039】上述の実施例において、例えばインバータ12aの出力電圧V3を200Vrmsとした場合には、インバータ12aの入力電圧V2は400V程度必要である。したがって、DC/DCコンバータ11aの昇圧比を「2」とした場合には太陽電池PVの出力電圧V1が200V程度あればよい。

【0040】上述の実施例においては、インバータ12, 12aが入力電圧一定制御を行うものについて説明したが、これに代えて、DC/DCコンバータ11, 11aから入力される電力の大きさを最大とするための最大電力追尾制御を行うようにしてもよい。このようにすると、インバータ12, 12aの最大電力追尾制御のみによって、日射量の変動による太陽電池PVの出力特性の変化にかかわらず太陽電池PVの動作点を常に最適動作点に維持することができる。

【0041】上述の実施例において、太陽電池PV、DC/DCコンバータ11, 11a、及びインバータ1

2, 12aの回路構成、素子の種類などは、本発明の主旨に沿って種々変更することができる。

【0042】

【発明の効果】本発明によると、制御回路が簡単化され、装置のコストダウン及び信頼性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る太陽電池電源の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る他の実施例の太陽電池電源の構成を示す回路図である。

【図3】太陽電池の出力特性の一例を示す図である。

【図4】従来の太陽電池電源の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1, 1a 太陽電池電源

11, 11a DC/DCコンバータ

12, 12a インバータ

21 スイッチング回路 (DC/DCコンバータのスイッチング素子)

31 スイッチング回路 (インバータのスイッチング素子)

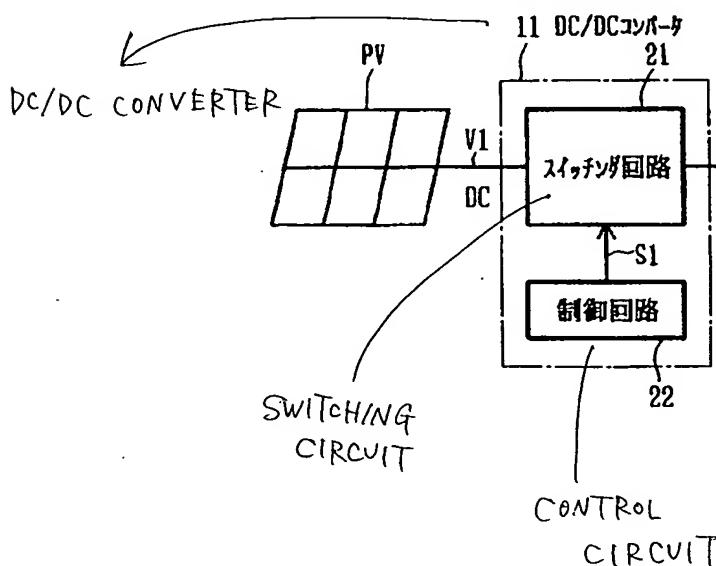
Q1, Q2 トランジスタ (DC/DCコンバータのスイッチング素子)

Q3, Q4, Q5, Q6 トランジスタ (インバータのスイッチング素子)

PV 太陽電池

SOLAR BATTERY POWER 【図1】 [Fig. 1]
SUPPLY

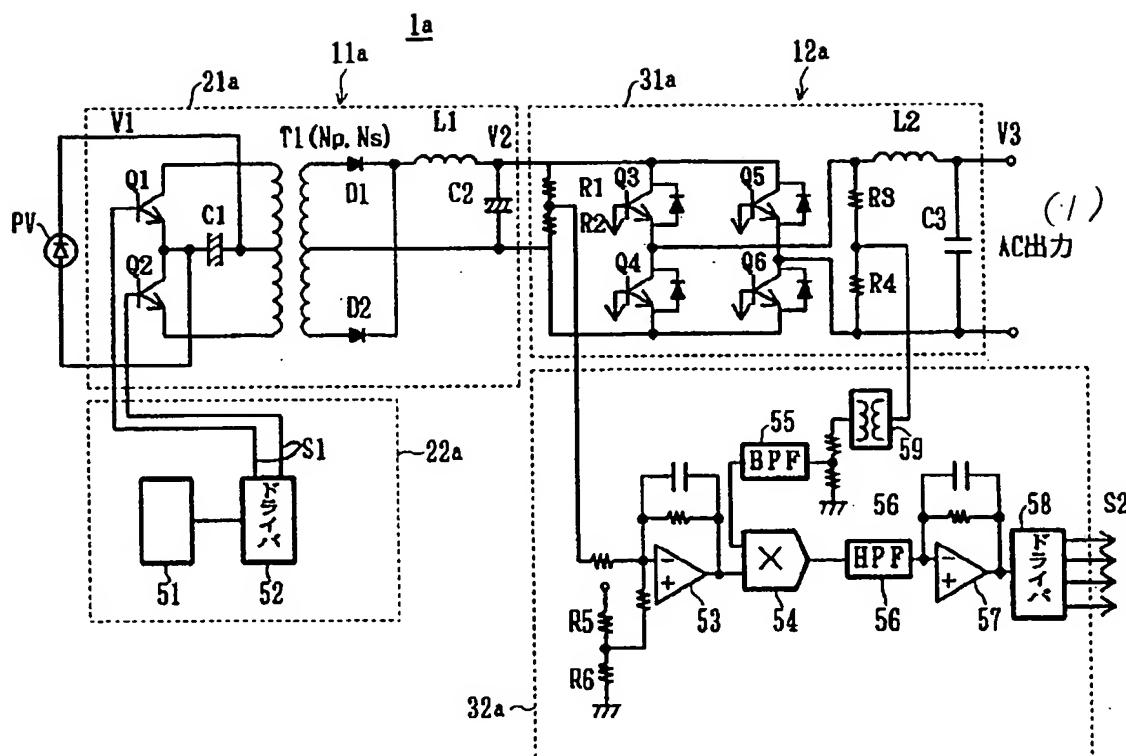
1 太陽電池電源



INVERTER

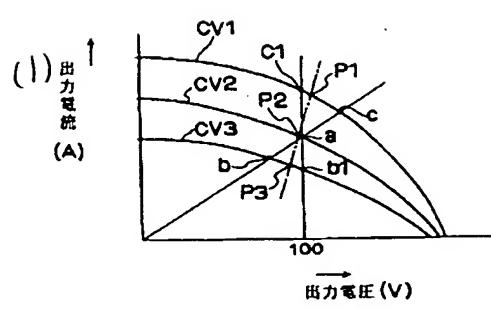
SWITCHING CIRCUIT
PWM CONTROL CIRCUIT

[図2] [Fig. 2]



[Fig. 3]

[図3]



(2)

FIG. 2

(1): AC OUTPUT

52, 58: DRIVER

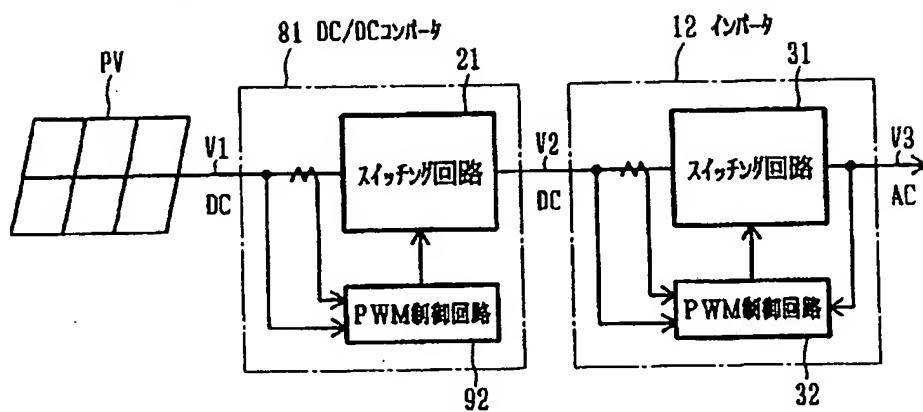
FIG. 3

(1): OUTPUT CURRENT

(2): OUTPUT VOLTAGE

[Fig.4]

【図4】

80

81: DC/DC CONVERTER

21: SWITCHING CIRCUIT

31: SWITCHING CIRCUIT

92, 32: PWM CONTROL CIRCUIT

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010124240 **Image available**

WPI Acc No: 1995-025491/ 199504

XRPX Acc No: N95-059809

Solar battery power supply with intermediate DC-DC converter and final inverter output stage - has controller for converter to fix voltage to input of inverter that is then PWM controlled NoAbstract

Patent Assignee: SANYO ELECTRIC CO LTD (SAOL)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 6309047	A	19941104	JP 9394623	A	19930421	199504 B
JP 3311419	B2	20020805	JP 9394623	A	19930421	200258

Priority Applications (No Type Date): JP 9394623 A 19930421

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

JP 6309047	A	7		G05F-001/67	
------------	---	---	--	-------------	--

JP 3311419	B2	7		G05F-001/67	Previous Publ. patent JP 6309047
------------	----	---	--	-------------	----------------------------------

Abstract (Basic): JP 6309047 A

Dwg.1/4

Title Terms: SOLAR; BATTERY; POWER; SUPPLY; INTERMEDIATE; DC-DC; CONVERTER; FINAL; INVERTER; OUTPUT; STAGE; CONTROL; CONVERTER; FIX; VOLTAGE; INPUT; INVERTER; PWM; CONTROL; NOABSTRACT

Derwent Class: U24

International Patent Class (Main): G05F-001/67

International Patent Class (Additional): H02M-003/155; H02M-007/48

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U24-D01A9; U24-D02; U24-E02D1

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 05 F 1/67	A 4237-5H			
H 02 M 3/155	H 8726-5H			
7/48	F 9181-5H			

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全7頁)

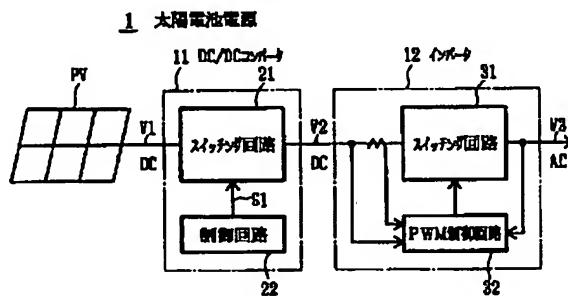
(21)出願番号	特願平5-94623	(71)出願人	000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(22)出願日	平成5年(1993)4月21日	(72)発明者	福田 雄二 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋 電機株式会社内
		(72)発明者	鈴木 勝春 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋 電機株式会社内
		(72)発明者	荻原 龍藏 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋 電機株式会社内
		(74)代理人	弁理士 久保 幸雄

(54)【発明の名称】 太陽電池電源

(57)【要約】

【目的】太陽電池から出力される直流電力を交流電力に変換して出力する太陽電池電源に関し、制御回路を簡素化し、装置のコストダウン及び信頼性の向上を図ることを目的とする。

【構成】太陽電池PV、太陽電池の出力を異なる電圧の直流電力に変換するコンバータ11、及びコンバータ11の出力する直流電力を交流電力に変換するインバータ12を有してなる太陽電池電源1において、コンバータのスイッチング回路21が、デューティ比の固定されたパルスによって制御され、インバータ12のスイッチング回路31に対して、インバータ12への入力電圧を一定とするようにパルス幅変調制御が行われるように構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】太陽電池、前記太陽電池の出力を異なる電圧の直流電力に変換するDC/DCコンバータ、及び前記DC/DCコンバータの出力する直流電力を交流電力に変換するインバータを有してなる太陽電池電源において、

前記DC/DCコンバータのスイッチング素子が、デューティ比の固定されたパルスによって制御され、

前記インバータのスイッチング素子に対して、前記インバータへの入力電圧を一定とするようにパルス幅変調制御が行われ、

てなることを特徴とする太陽電池電源。

【請求項2】太陽電池、前記太陽電池の出力を異なる電圧の直流電力に変換するDC/DCコンバータ、及び前記DC/DCコンバータの出力する直流電力を交流電力に変換するインバータを有してなる太陽電池電源において、

前記DC/DCコンバータのスイッチング素子が、デューティ比の固定されたパルスによって制御され、

前記インバータのスイッチング素子に対して、前記DC/DCコンバータから入力される電力の大きさを最大とするための最適動作点P1～3における電圧（最適動作電圧）の変動範囲内において、出力電圧を一定とするようにパルス幅変調制御が行われ、

てなることを特徴とする太陽電池電源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、太陽電池から出力される直流電力を交流電力に変換して出力する太陽電池電源に関する。

【0002】

【従来の技術】太陽電池電源は、照明システム、ソーラーエアコンシステム、又は電力系統との連系システムなど、各種のシステムに利用され、システムの省エネルギー化に大きく貢献している。太陽電池の発電電力は太陽の日射量に応じて大きく変動するので、太陽電池電源においては、その影響をできるだけ少なくして太陽電池の発電電力を効率よく交流電力に変換するための制御が行われている。

【0003】図4は従来の太陽電池電源80の構成を示すブロック図である。太陽電池電源80は、太陽電池PV、太陽電池PVの出力する直流電圧V1（例えば100V）を昇圧して電圧V2（例えば200V）の直流電力を出力するDC/DCコンバータ81、及びDC/DCコンバータ81の出力する直流電力を電圧V3（例え*

$$V2 = (Ns/Np) \times V1 \times (Ton/T) \dots (1)$$

但し、Ns/Npはトランジスタの巻き数比である。しかし、実際にはDC/DCコンバータ81の負荷としてインバータ12が接続されているので、インバータ12によって出力電圧V2が一定の値（200V）となるようにパルス幅の可変制御（PWM制御）が行われ、その電

*は100Vrms）の交流電力に変換するインバータ12から構成されている。

【0004】DC/DCコンバータ81は、MOSFETやIGBTなどのスイッチング素子と昇圧用のトランジスタなどを用いて構成されるスイッチング回路21、及びスイッチング回路21を制御するためのPWM制御回路92を有している。

【0005】DC/DCコンバータ81においては、太陽電池PVの発電電力をできるだけ効率よく利用するために、太陽電池PVの最適動作点に近い電圧（ここでは100V）となるように、PWM制御回路92による入力電圧一定制御が行われている。

【0006】つまり、太陽電池PVの出力特性の一例を示す図3において、太陽電池PVへの日射量が変動すると太陽電池PVの出力特性は曲線CV1～3のごとく変化する。これらの曲線CV1～3において、出力電力が最大となる点（最適動作点）はP1～3のように変化するので、DC/DCコンバータ81においては、日射量が変動した場合であっても太陽電池PVが常に最適動作点P1～3で動作するように最大電力追尾制御を行うことが望ましい。しかし、図3からも理解できるように、最適動作点P1～3における電圧（最適動作電圧）の変化は小さいので、制御回路の簡単化のために、最適動作電圧の変動範囲内における中央近辺の一定の電圧（例えば100V）となるように入力電圧一定制御が行われているのである。

【0007】インバータ12は、DC/DCコンバータ81と同様なスイッチング素子を用いて構成されるスイッチング回路31、及びスイッチング回路31を制御するためのPWM制御回路34を有している。インバータ12においては、出力電流を可変することによって、その入力電圧V2及び出力電圧V3を一定とするような制御が行われている。

【0008】次に従来の太陽電池電源80の動作を説明する。まず、太陽電池PVの出力特性が曲線CV2となるような日射量であったとする。DC/DCコンバータ81は、入力電圧V1が一定の値（100V）となるようにPWM制御を行い、これによって太陽電池PVが動作点aで動作しているとする。このとき、DC/DCコンバータ81が無負荷であると仮定した場合には、その出力電圧V2はPWM制御で決められるデューティ比（Ton/T）に基づいて次の（1）式のように決まる。

【0009】

電圧V2を維持すべくDC/DCコンバータ81からインバータ12に電流が供給される。なお、ここで述べたように、「PWM制御」の語句を、電圧を維持又は可変するためにパルス幅を可変制御するという意味に用いることがある。

3

【0010】このような状態において、日射量が低下し、太陽電池PVの出力特性が曲線CV2から曲線CV3に変化したとする。DC/DCコンバータ81が何らの制御を行わない場合には、太陽電池PVの動作点はa点からb点に移行するが、入力電圧一定制御が行われているので、動作点は曲線CV3上のb1点となる。これはDC/DCコンバータ81がインピーダンス変換器として作用しているためである。

【0011】そうすると、入力電圧一定制御によるバルス幅の変化により、DC/DCコンバータ81の出力電圧V2が当然に変化しようとする。DC/DCコンバータ81は、DC/DCコンバータ81の出力電圧V2が変化しないようにPWM制御を行う。このとき、DC/DCコンバータ81の側から見るとインバータ12は負荷となっているのであるが、インバータ12がPWM制御を行うことによってインバータ12のインピーダンスは変化することになる。インバータ12のインピーダンスの変化はDC/DCコンバータ81の入力電圧V1を変化させることになるため、DC/DCコンバータ81もまたPWM制御を行う。このことによりまたDC/DCコンバータ81の出力電圧V2が変化するため、インバータもPWM制御を行う。

【0012】以上の一連の動作を繰り返すことによって、DC/DCコンバータ81及びインバータ12の制御は最終的に収束し、上述した一定の電圧を維持した状態で安定する。

【0013】また、日射量が増加し、太陽電池PVの出力特性が曲線CV2から曲線CV1に変化した場合には、上述と同様に動作点がc1点となるようにPWM制御が行われる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来においては、DC/DCコンバータ81とインバータ12とにおいて、それぞれ個別にPWM制御が行われていた。そのため、それぞれにおいて複雑なPWM制御回路92、34が独立して必要となり、全体の回路が複雑となって部品点数が増大する結果となり、装置のコストダウン及び信頼性の向上を図る上で問題となっていた。

【0015】本発明は、このような問題に鑑み、制御回路を簡単化し、装置のコストダウン及び信頼性の向上を図ることを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る装置は、上述の課題を解決するため、太陽電池、前記太陽電池の出力を異なる電圧の直流電力に変換するDC/DCコンバータ、及び前記DC/DCコンバータの出力する直流電力を交流電力に変換するインバータを有してなる太陽電池電源において、前記DC/DCコンバータのスイッチング素子が、デューティ比の固定されたバルスによって制御され、前記インバータのスイッチング素子

10

4

に対して、前記インバータへの入力電圧を一定とするようにバルス幅変調制御が行われるように構成される。

【0017】請求項2の発明に係る装置は、前記DC/DCコンバータのスイッチング素子が、デューティ比の固定されたバルスによって制御され、前記インバータのスイッチング素子に対して、前記DC/DCコンバータから入力される電力の大きさを最大とするための最大電力追尾を行うようにバルス幅変調制御が行われるように構成される。

【0018】

【作用】DC/DCコンバータのスイッチング素子がデューティ比の固定されたバルスによって制御されるので、DC/DCコンバータの入力電圧と出力電圧との比(昇圧比)が一定となる。

【0019】インバータにおいて、入力電圧一定制御が行われた場合には、インバータの入力電圧すなわちDC/DCコンバータの出力電圧は一定に維持され、その結果DC/DCコンバータの入力電圧は一定に維持される。

20

【0020】インバータにおいて、最大電力追尾制御が行われた場合には、DC/DCコンバータへ入力される電力が最大になるように制御され、その結果、太陽電池が最適動作点で動作するように制御される。

【0021】

【実施例】図1は本発明に係る太陽電池電源1の構成を示すブロック図である。図1に示す太陽電池電源1において、図4に示す太陽電池電源80との最も大きな相違点は、DC/DCコンバータ11の制御回路22である。なお、図1において、図4で説明した要素と同一の作用を有する要素には同一の符号を付して説明を省略し又は簡略化する。

30

【0022】太陽電池電源1は、太陽電池PV、太陽電池PVの出力する直流電圧V1を昇圧して電圧V2の直流電力を出力するDC/DCコンバータ11、及びDC/DCコンバータ11の出力する直流電力を電圧V3の交流電力に変換するインバータ12から構成されている。

40

【0023】DC/DCコンバータ11は、スイッチング回路21、及びスイッチング回路21を制御するための制御回路22を有している。制御回路22は、スイッチング回路21に対し、デューティ比Rdが一定の値に固定されたバルス信号S1を出力する。制御回路22から出力されるバルス信号S1のデューティ比Rdが一定であることによって、上述の(1)式から明らかなように、DC/DCコンバータ11の入力電圧V1と出力電圧V2との比(昇圧比)が一定となる。インバータ12においては、入力電圧V2及び出力電圧V3を一定とするような制御が行われている。

50

【0024】したがって、太陽電池PVの出力電圧V1は、DC/DCコンバータ11によって、デューティ比

R_d により決定される昇圧比の電圧 V_2 に昇圧され、インバータ 12 に入力される。インバータ 12 は、入力電圧 V_2 を一定に維持するように制御されているので、DC/DC コンバータ 11 の出力電圧 V_2 は一定に維持され、結局、DC/DC コンバータ 11 の入力電圧 V_1 は一定に維持される。そのため、太陽電池 PV の出力電圧 V_1 は一定となり、太陽電池 PV は常に最適動作点に近い電圧で動作する。

【0025】このように、太陽電池電源 1 では、太陽電池 PV の出力電圧を一定とするように動作し、その結果、太陽電池 PV を常に最適動作点の近辺で動作させてその発電電力を有効に利用することができる。しかも、制御回路 22 はデューティ比 R_d が一定のパルス信号 S_1 を出力すればよいから、その回路構成が極めて簡単であり、コストダウンと信頼性の向上を図ることができる。また、制御回路 22 は日射量又は負荷などの変化に対して何らの応答をも行う必要がなく、PWM 制御回路 32 によって全体の制御が行われることになるから、制御が一本化され制御の応答性が向上する。

【0026】図 2 は本発明に係る他の実施例の太陽電池電源 1a の構成を示す回路図である。なお、回路は簡略化してある。太陽電池電源 1a は、太陽電池 PV、DC/DC コンバータ 11a、及びインバータ 12a から構成されている。

【0027】DC/DC コンバータ 11a は、スイッチング回路 21a 及び制御回路 22a を有しており、インバータ 12a は、スイッチング回路 31a 及び PWM 制御回路 32a を有している。

【0028】スイッチング回路 21a は、2 つのトランジスタ Q1、Q2、コンデンサ C1、トランジスト T1、ダイオード D1、D2、リアクトル L1、コンデンサ C2 などからなっている。

【0029】制御回路 22a は、デューティ比 R_d が一定のパルス列を発生する発振器 51、及び発振器 51 からのパルス列に基づいてトランジスタ Q1、Q2 をスイッチング駆動するための 2 つのパルス信号 S_1 を出力するドライバ 52 からなっている。

【0030】スイッチング回路 31a は、電圧検出用の 2 つの抵抗 R1、R2、プリッジ形に接続された 4 つのトランジスタ Q3～Q6、抵抗 R3、R4、リアクトル L2、コンデンサ C3 などからなっている。PWM 制御回路 32a は、電圧設定用の 2 つの抵抗 R5、R6、差動増幅器 53、乗算器 54、バンドパスフィルタ 55、ハイパスフィルタ 56、比較器 57、ドライバ 58、絶縁用トランジスト 59 などからなっている。

【0031】したがって、ドライバ 52 からのパルス信号 S_1 によってトランジスタ Q1、Q2 が交互に所定の時間だけオンし、それに応じて、太陽電池 PV の出力によりトランジスト T1 の一次側に互いに逆向きの電流が流れ、トランジスト T1 の二次側にはトランジスト T1 の巻き数比

N_s/N_p に応じて昇圧された電圧が発生し、これがダイオード D1、D2 によって整流され、リアクトル L1 及びコンデンサ C2 によって平滑される。

【0032】コンデンサ C2 の両端に生じた直流電圧 V_2 は、トランジスタ Q3～Q6 のスイッチングによって交流電圧に変換され、リアクトル L2 及びコンデンサ C3 からなるフィルタを通って出力される。

【0033】このとき、インバータ 12a に入力される直流電圧 V_2 が抵抗 R1、R2 により検出され、インバータ 12a から出力される交流電圧の波形が抵抗 R3、R4 及び絶縁用トランジスト 59 などにより検出される。検出された入力電圧 V_2 は、差動増幅器 53 に入力され、抵抗 R5、R6 により設定された設定電圧との差分に応じた電圧が差動増幅器 53 から出力される。この差電圧は、検出された交流電圧波形と乗算器 54 によって乗算され、乗算器 54 から電流指令値として出力される。そして、ハイパスフィルタ 56 を通って比較器 57 に入力され、ここで三角波と比較されてパルス幅変調が行われる。そして、ドライバ 58 から、トランジスタ Q3～Q6 をスイッチング駆動するためのパルス信号 S_2 として出力される。

【0034】つまり、インバータ 12a は、その入力電圧 V_2 と設定電圧との差が零になるように入力電圧一定制御を行う。このようなインバータ 12a の制御動作は公知である。

【0035】ここで、太陽電池 PV の出力特性が図 3 における曲線 CV2 となるような日射量であったとする。DC/DC コンバータ 11a では、パルス信号 S_1 のデューティ比 R_d が一定であるから、入力電圧 V_1 と出力電圧 V_2 との比（昇圧比）は一定である。したがって、コンデンサ C2 の両端には、入力電圧 V_1 を昇圧比に応じて昇圧された電圧 V_2 が発生する。インバータ 12a は、その電圧 V_2 を一定の値に維持するように PWM 制御（入力電圧一定制御）を行う。PWM 制御により、DC/DC コンバータ 11a から見たインバータ 12a のインピーダンスが変化する。

【0036】このような状態において、日射量が低下し、太陽電池 PV の出力特性が曲線 CV2 から曲線 CV3 に変化したとする。DC/DC コンバータ 11a におけるデューティ比 R_d が一定であるため動作点が a 点から b 点に移行しようとするが、仮にそうなった場合には DC/DC コンバータ 11a の出力電圧 V_2 も低下することになるため、インバータ 12a はそれを低下させずに一定に維持するように PWM 制御を行う。この PWM 制御によってインバータ 12a のインピーダンスが高くなり、DC/DC コンバータ 11a の入力電圧 V_1 、すなわち太陽電池 PV の動作点は b 点ではなく b' 点となる。

【0037】つまり、インバータ 12a において入力電圧一定制御が行われており、DC/DC コンバータ 11

aにおいて昇圧比が一定となる制御が行われているので、結果的にDC/DCコンバータ11aの入力電圧V1が一定となるような制御が行われ、太陽電池PVの動作電圧が一定となる。

【0038】このように、太陽電池電源1aでは、太陽電池PVの出力電圧V1を一定とするように動作し、その結果、太陽電池PVを常に最適動作点の近辺で動作させてその発電電力を有効に利用することができる。しかも、制御回路22aは発振器51及びドライバ52による簡単な回路構成でよいから、部品点数が減少し、コストダウンと信頼性の向上を図ることができる。

【0039】上述の実施例において、例えばインバータ12aの出力電圧V3を200Vrmsとした場合には、インバータ12aの入力電圧V2は400V程度必要である。したがって、DC/DCコンバータ11aの昇圧比を「2」とした場合には太陽電池PVの出力電圧V1が200V程度あればよい。

【0040】上述の実施例においては、インバータ12, 12aが入力電圧一定制御を行うものについて説明したが、これに代えて、DC/DCコンバータ11, 11aから入力される電力の大きさを最大とするするための最大電力追尾制御を行うようにしてもよい。このようにすると、インバータ12, 12aの最大電力追尾制御のみによって、日射量の変動による太陽電池PVの出力特性の変化にかかわらず太陽電池PVの動作点を常に最適動作点に維持することができる。

【0041】上述の実施例において、太陽電池PV、DC/DCコンバータ11, 11a、及びインバータ1

2, 12aの回路構成、素子の種類などは、本発明の主旨に沿って種々変更することができる。

【0042】

【発明の効果】本発明によると、制御回路が簡単化され、装置のコストダウン及び信頼性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る太陽電池電源の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る他の実施例の太陽電池電源の構成を示す回路図である。

【図3】太陽電池の出力特性の一例を示す図である。

【図4】従来の太陽電池電源の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1, 1a 太陽電池電源

11, 11a DC/DCコンバータ

12, 12a インバータ

21 スイッチング回路 (DC/DCコンバータのスイッチング素子)

31 スイッチング回路 (インバータのスイッチング素子)

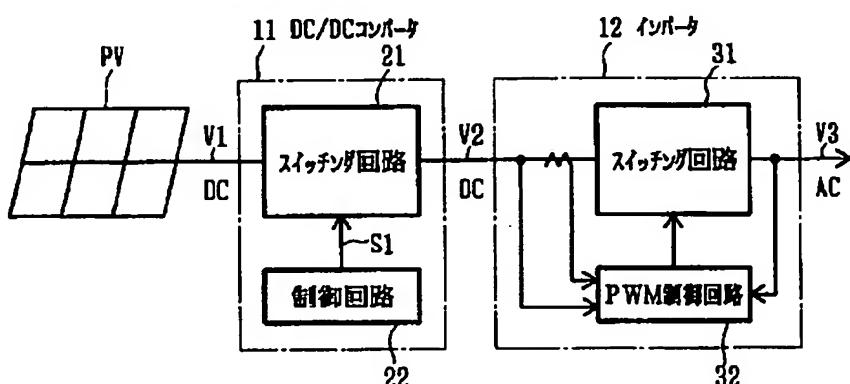
Q1, Q2 トランジスタ (DC/DCコンバータのスイッチング素子)

Q3, Q4, Q5, Q6 トランジスタ (インバータのスイッチング素子)

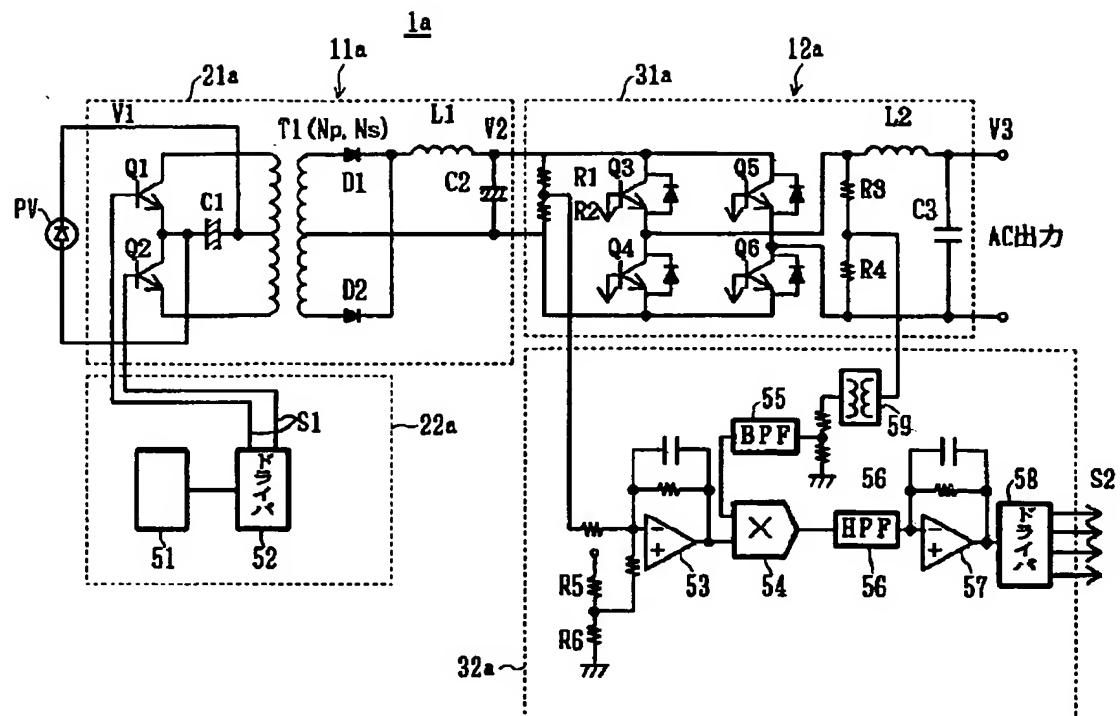
PV 太陽電池

【図1】

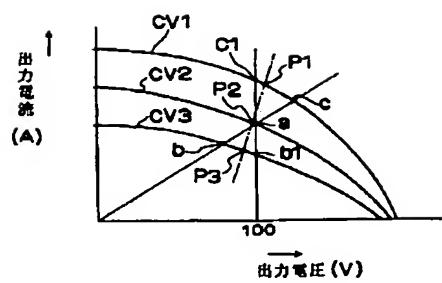
1 太陽電池電源



【図2】



【図3】



【図4】

